

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 60153121 A

(43) Date of publication of application: 12 . 08 . 85

(51) Int. Cl

**H01L 21/28**

**// H01L 29/46**

(21) Application number: 59008811

(71) Applicant: NEC CORP

(22) Date of filing: 20 . 01 . 84

(72) Inventor: SHIRAKAWA SHUICHI

(54) FABRICATION OF SEMICONDUCTOR DEVICE

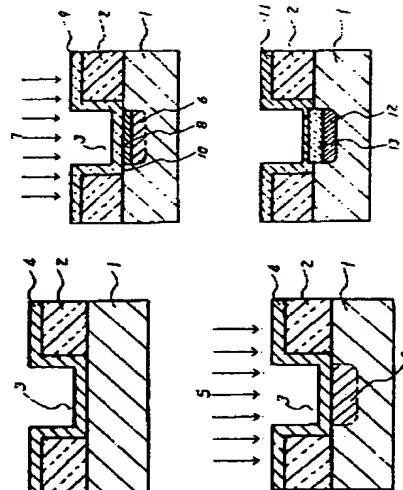
film 11.

(57) Abstract

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

PURPOSE: To form a contact comprising of a structure in which a titanium nitride layer and a titanium silicide layer are laminated by mixing titanium atoms and substrate silicon atoms by ion implantations of two times through a contact hole over the titanium film.

CONSTITUTION: Ion implantation of boron is performed over a titanium film 4. Only in a region 3 of contact hole, ions are implanted in an Si semiconductor substrate to form an implantation region 6. On that, some of titanium atoms in the titanium film 4 are mixed in the Si substrate by knock-on process at ion implantation by nitrogen ion implantation and a mixture layer 8 is formed. The nitrogen atoms are distributed with diffusion in the semiconductor substrate and the titanium film. By the nitrogen atoms diffused in the titanium film among them, the film 4 is changed into a titanium film 9 including nitrogen. Boron in the region 6 is activated by annealing and a P type diffusion layer 12 is formed. At the same time, the mixture layer 8 is converted into a titanium silicide layer 13 and further, the titanium film 9 is converted into a titanium nitride



## ⑪公開特許公報(A) 昭60-153121

⑫Int.Cl.

H 01 L 21/28  
// H 01 L 29/46

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 昭和60年(1985)8月12日

7638-5F  
7638-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 半導体装置の形成方法

⑮特 願 昭59-8811

⑯出 願 昭59(1984)1月20日

⑰発明者 白川 修一 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲代理人 弁理士 内原晋

## 明細書

## 1. 発明の名称

半導体装置の形成方法

## 2. 特許請求の範囲

シリコン半導体基板の一主面側を覆った絶縁膜に前記シリコン半導体基板へのコンタクト穴を開孔する工程と、前記シリコン半導体基板表面のコンタクト穴の領域全面にチタン膜を被着形成する工程と、該チタン膜の上から、前記コンタクト穴を通して、このコンタクト穴の通じるシリコン半導体基板に同じ導電型又は反対導電型を生起させる不純物原子をイオン注入する工程と、前記チタン膜の上から前記コンタクト穴を通して窒素原子をイオン注入する工程と、該処理によって前記イオン注入で導入した不純物原子の活性化とチタンシリサイド層の形成と塗化チタン層の形成とを同時に行なう工程とを含むことを特徴とする半導体装置の形成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体装置の形成方法にかかり、とくにコンタクトの形成方法に関する。

近年、集積回路が高密度化、高速化するにともなって深い接合が要求され、この深い接合に対するコンタクトの形成方法が検討されている。従来技術ではアイ・ピー・エム技術公開公報(I.P.M. Technical Disclosure Bulletin, 25(12)P. 6398-6399(1983, 米))に塗化チタン(TiN)とチタンシリサイド(TiSi<sub>2</sub>)を用いたコンタクトの形成方法が示されている。

第1図を参照しながら上記の方法を説明する。第1図に暗示されている如く塗化チタン(TiN)層111はチタンシリサイド(TiSi<sub>2</sub>)層113とアルミニウム層114との相互間の拡散ペリヤとして作用し、チタンサイド層113はシリコン基板とより良い電気的コンタクトをとる作用をする。コンタクトの形成は以下の如くして行なう。N型拡散層112が形成されているP型シリコン基板101上のSiO<sub>2</sub>層102にコンタクト穴を

開孔する。次にコンタクト穴に一様に窒素( $N_2$ )をドープしたチタン(Ti)膜を蒸着する。蒸着中チタンと窒素の比率( $Ti/N$ )は1に近く保たれる。蒸着後、被着形成された膜は  $N_2$ ,  $NH_3$ , 真空,  $NH_3$ , プラスマ,  $He$ ,  $Ar$  又は他の不活性ガスのうちのいずれかの雰囲気中で800°C近傍又はそれより高溫で30分間アニールする。コンタクト穴の領域ではN型拡散層112に接して  $TiSi_3$  層113が形成され、これと同時にチタンシリサイド層113上には  $TiN$  層111が形成される。アニール後、アルミニウム膜114が被着形成され、アルミニウムと氧化チタンがパターンニングされて、コンタクト形成が完成する。しかしながら上記の如く、窒素を含むTi膜をシリコン半導体基板に形成した不純物拡散層と反応させてチタンシリサイド層を形成する方法は、シリサイド化の反応がコンタクト穴の領域全面で均一に進行しないため  $TiSi_3$  層の再現性及び均一性に乏しいという欠点があった。

本発明はコンタクト穴の領域全面にチタン膜を

被着形成し、このチタン膜の上からコンタクト穴を通して、シリコン半導体基板中に不純物原子をイオン注入し、既て同じコンタクト穴からチタン膜とシリコン半導体基板との界面近傍に窒素原子をイオン注入することによって、チタン膜中のチタン原子とシリコン半導体基板中のシリコン原子との混合を行ない、次に加熱によって不純物原子の活性化と、チタンシリサイド層の形成、並びに氧化チタン層の形成とを同時に行うことによって上記の欠点を解消した半導体装置用コンタクトの形成方法を提供するものである。

本発明の一態様においては、シリコン半導体基板の一主面側を覆った絶縁膜に前記シリコン半導体基板と外部配線金属とを接続するためのコンタクト穴を開孔する工程と、前記シリコン半導体基板表面のコンタクト穴の領域全面にチタン膜を被着形成する工程と、該チタン膜の上から、前記コンタクト穴を通して、このコンタクト穴の通じるシリコン半導体基板に同じ導電型又は反対導電型を生起させる不純物原子をイオン注入する工程と、

前記チタン膜の上から前記コンタクト穴を通して窒素原子をイオン注入することにより少なくとも該チタン膜と前記シリコン半導体基板との界面から該シリコン半導体基板側に該チタン膜の一部を分布させる工程と、窒素を構成原子としてふくむ雰囲気中でキセノンランプ又はハロゲンランプによるランプアニール法を用いて前記イオン注入で導入した不純物原子を活性化し、前記チタン膜と前記シリコン半導体基板とを反応せしめてチタンシリサイド( $TiSi_3$ )膜を形成し、前記窒素原子のイオン注入で導入された窒素原子をふくむ前記チタン膜を氧化チタン( $TiN$ )膜に変換する工程と、前記氧化チタン膜上に外部配線金属を被着形成する工程を含むことを特徴とする半導体装置用コンタクトの形成方法が得られる。

以下本発明を第2図を参照しながら実施例について説明する。まず同図(1)に示すようにN型シリコン半導体基板1を用い、この基板表面に絶縁膜2を被着形成し、通常のホトリソグラフィ工程によってパターンニングし絶縁膜のエッチングを行

なってシリコン半導体基板1と外部配線金属とを接続するためのコンタクト穴3を開孔する。

次に同図(2)に示すようにチタン(Ti)をターゲットに用いて高周波スパッタリングによってアルゴン雰囲気中でスパッタリングを行ない200Åの厚みのチタン膜4を上記構造体の表面の全面に被着形成する。

次に同図(3)に示すように前記のチタン膜4の上からボロンイオンを150KeV ドース量 $5 \times 10^{15}$  /cm<sup>2</sup>で全面にイオン注入を行なう。ボロンイオンはコンタクト穴の領域3でのみシリコン半導体基板中に注入されボロン原子の注入領域6が形成され、その他の領域ではシリコン半導体基板中への注入は生じない。このボロン注入によってチタン膜4中のチタン原子のうちの若干のものがイオン注入時のノックオン過程によってシリコン半導体基板1中に混合される。しかしながらボロン原子が比較的軽い元素であるためにチタン原子とシリコン原子の混合は十分には行なわれない。

次に同図(4)に示すように前記のチタン膜の上か

ら窒素イオンを  $80\text{KeV}$ 、ドース量  $5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$  で全面にイオン注入を行なう。この窒素イオンの注入に於いて注入イオンの飛程距離  $R_D$  が窒素を含んだチタン層とシリコン半導体基板 1 との界面 10 に位置するようにイオン注入条件の設定を行なうのが好ましい。この窒素イオン注入によりチタン膜 4 中のチタン原子の若干のものがイオン注入時のノックオン過程によってシリコン半導体基板中に混合される。該窒素イオン注入と前記のボロンイオン注入と 2 回のイオン注入の結果、シリコン半導体基板表面にチタン原子と基板シリコン原子との混合層 8 が形成される。またこの窒素イオン注入に於いて窒素イオンの飛程距離  $R_D$  は窒素を含んだチタン層とシリコン半導体基板との界面 10 の近傍に位置しているが注入された窒素原子はシリコン半導体基板中とチタン膜中にひろがって分布する。このうちシリコン半導体基板中に注入された窒素原子のうちの大部分は電気的に不活性であるので不純物濃度に影響を与えない。一方チタン膜中にひろがった窒素原子によってチタ

ン膜 4 は窒素を含んだチタン膜 9 に変わる。

次に同図(5)に示すように上記構造体を窒素ガス雰囲気中で  $1100^\circ\text{C}$  でキセノン(Xe)ランプによるフラッシュランプアニールを行なう。この工程によりボロンイオン注入で形成されたボロン原子のイオン注入領域 6 内のボロンは活性化されて、P型拡散層 12 が形成される。これと同時にチタン原子とシリコン原子との混合層 8 はチタンシリサイド(TiSi<sub>2</sub>)層 13 に変換される。さらにこれと同時に窒素を含んだチタン膜 9 は窒化チタン(TiN)膜 11 に変換される。

次に同図(6)に示すようにアルミニウムを全面に接着し  $\text{BCl}_3$  ガスを使ったドライエッチでアルミニウムをバーンニングし、次に  $\text{CF}_4$  ガスを使ったドライエッチで窒化チタンをバーンニングしてコンタクト形成が完成する。

上記の方法でコンタクトを形成すると従来の窒素を含んだチタン膜を形成し、次にこれを熱処理することによってチタンシリサイド層と窒化チタン層が積層された構造を持つコンタクト形成がなされる。

タン膜を被着形成した後、チタン膜の上から不純物原子をイオン注入し、統いて窒素原子のイオン注入を行ない、前記 2 回のイオン注入によってチタン原子と基板のシリコン原子を混合した後、熱処理を行なってチタンシリサイド層と窒化チタン層とが積層された構造を形成するので再現性、均一性にすぐれたチタンシリサイド層を形成することが出来る。

以上詳細に説明したように本発明はシリコン半導体基板表面のコンタクト穴の領域全面にチタン膜を被着形成し、このチタン膜の上からコンタクト穴を通して不純物原子をシリコン半導体基板中にイオン注入し、統いて同じコンタクト穴から窒素原子をチタン膜とシリコン半導体基板との界面近傍にイオン注入する。前記 2 回のイオン注入によりチタン原子と基板シリコン原子の混合を行ない、あわせてチタン膜中への窒素ドープとシリコン半導体基板への不純物ドープを行なう。次に窒素を格成原子として含む雰囲気中でランプアニールを行なってチタンシリサイド層の形成と、窒化

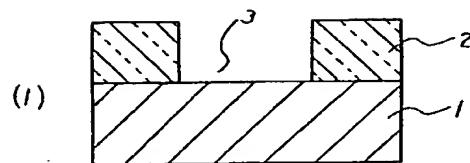
チタン層の形成と、不純物拡散層の形成を行なう。上記の如く行なうことにより従来法に比べて再現性、均一性にすぐれたチタンシリサイド層を備えた、窒化チタン層とチタンシリサイド層が積層された構造を持つコンタクト形成がなされる。

#### 4. 図面の簡単な説明

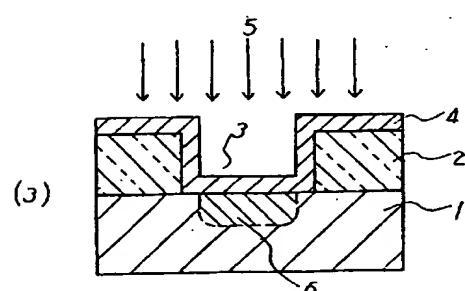
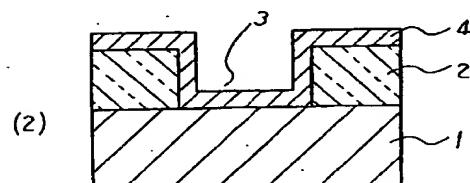
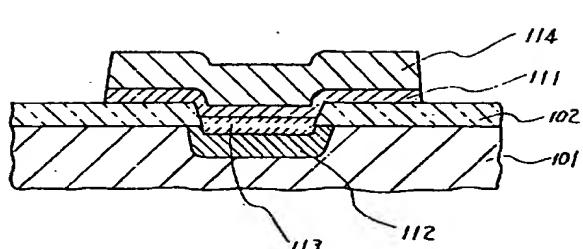
第 1 図は従来のコンタクト形成方法に係る半導体装置の断面図。第 2 図(1)～(6)は本発明の一実施例の各工程における断面図。

図面で、1, 101 ……シリコン半導体基板、2, 102 ……避絶膜、12, 112 ……不純物拡散層、13, 113 ……チタンシリサイド層、11, 111 ……窒化チタン層、14, 114 ……アルミニウム膜、3 ……コンタクト穴、4 ……チタン膜、5 ……不純物原子のイオン流、6 ……不純物原子の注入領域、7 ……窒素原子のイオン流、8 ……チタン原子とシリコン原子との混合層、9 ……窒素を含んだチタン膜、10 ……窒素を含んだチタン層とシリコン半導体基板との界面である。

## 第2図



第1図



## 第2図

